

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yuichiro IRIE, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: SEMICONDUCTOR LASER MODULE AND RAMAN AMPLIFIER EMPLOYING THE SAME

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

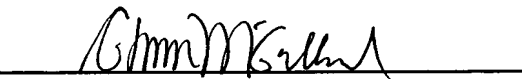
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2000-321378	October 20, 2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and  
(B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Bradley D. Lytle  
Registration No. 40,073

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124



22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 10/98)

10/19/01  
09/981849  
JC997 U.S. PTO

4/ Priority  
Paper  
1-Step  
1-25-02

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC997 U.S. PTO  
09/981849  
10/19/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年10月20日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-321378

出 願 人  
Applicant(s):

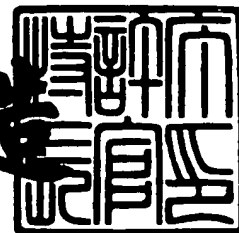
古河電気工業株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 A00445

【提出日】 平成12年10月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/18

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 入江 雄一郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 三代川 純

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 愛清 武

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093894

【弁理士】

【氏名又は名称】 五十嵐 清

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000480

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9108379

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザモジュールおよびその半導体レーザモジュールを用いたラマンアンプ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第 1 の光ファイバとが搭載され、該第 1 の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第 1 の光ファイバは固定手段により前記ベースに固定されており、前記第 1 の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第 2 の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されている半導体レーザモジュールであって、前記レーザダイオードの一端側のレーザ光出射端面と前記第 1 の光ファイバのレーザ光受光端とを結ぶ線分を前記サーモモジュールのレーザ光軸方向中央部よりも端側に設けたことを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項 2】 固定手段は第 1 の光ファイバの長手方向に 1 つ以上設けられており、ベースにおけるレーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段の配設部から第 2 の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態としたことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザモジュール。

【請求項 3】 第 2 の光ファイバと該第 2 の光ファイバに対向するレーザダイオード端面との間には 1 つ以上のレンズ部が設けられて、少なくともレーザダイオードに最も近い側に位置する第 1 のレンズ部はベース上に搭載されており、前記ベースにおける第 1 のレンズ部の配設部から第 1 の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態としたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の半導体レーザモジュール。

【請求項 4】 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一つに記載の半導体レーザモジュールを励起光源として用いたラマンアンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信分野に用いられる半導体レーザモジュールおよびその半導体レーザモジュールを用いたラマンアンプに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

情報社会の発展により、通信情報量が飛躍的に増大する傾向にあり、このような情報の増大化に伴い、波長多重伝送（WDM伝送）が通信分野に広く受け入れられ、今や波長多重伝送の時代を迎えている。波長多重光伝送は、複数の波長の光を1本の光ファイバで伝送できるため、大容量高速通信に適した光伝送方式であり、現在、この伝送技術の検討が盛んに行なわれている。

【0003】

波長多重伝送は、現在、エルビウムドープファイバ（EDF）型光増幅器の利得帯域である波長1.55 $\mu$ m帯で行なうことを検討しているが、波長多重伝送の帯域をさらに広帯域で行なえるようにするために、ラマン増幅に対する期待が高まっている。

【0004】

ラマン増幅は、光ファイバに強い光（励起光）を入射したときに、誘導ラマン散乱により、励起光波長から約100nm程度長波長側にゲインが現われ、このように励起された状態の光ファイバに、上記ゲインを有する波長域の信号光を入射すると、その信号光が増幅されるという現象を利用した光信号の増幅方法である。

【0005】

したがって、ラマン増幅ではEDFを増幅媒体としなくても、既設の光ファイバを増幅媒体として使用することができ、また、任意の波長において増幅利得を得ることができる。このため、ラマン増幅を利用することにより、波長多重伝送における信号光のチャンネル数を増加させることができる。

【0006】

ただし、ラマン利得は、（通常の既設の）通信用光ファイバを使用した場合、100 mWの励起光入力で約3 dBと小さい。このため、ラマンアンプを複数設け、これらのアンプによる増幅を多重化することにより強い励起光を得ることが必要となり、一般に、多重化によりトータルで500 mW～1 W程度の励起光とすることが検討されている。

## 【0007】

また、ラマン増幅では、増幅の起こる過程が早く起こるため、ポンプ光強度が揺らいでいると、ラマン利得が揺らぐことになり、これがそのまま信号光強度の揺らぎとして出てしまう。このため、励起光のノイズを小さくすることが重要となる。

## 【0008】

したがって、ラマン増幅を波長多重伝送用に適用するためには、ラマンアンプの励起光源を、ノイズが小さく、かつ、例えば300 mW以上の高出力を有し、さらに、波長安定性の良好な光源とする必要があり、このような特性を有する励起光源用の半導体レーザモジュールの開発が非常に重要となっている。

## 【0009】

ところで、半導体レーザモジュールは、半導体レーザ（レーザダイオード）からのレーザ光を光伝送側の光ファイバに光学的に結合させたデバイスであり、上記のような励起光源としてのみならず、信号光光源としても適用され、その構成も様々なものが提案されている。図6には、半導体レーザモジュールの一例として、波長安定性を良好にするためにファイバグレーティング技術を用いた半導体レーザモジュールの要部構成が示されている。

## 【0010】

この半導体レーザモジュールは、ベース2上に、レーザダイオード1と該レーザダイオード1に光結合される第1の光ファイバ4とを搭載しており、第1の光ファイバ4はその先端側に形成されたファイバレンズ14の先端側を前記レーザダイオード1の一端31側に向けて配置されている。

## 【0011】

第1の光ファイバ4には設定波長の光を反射する回折格子としてのファイバグ

レーティング 1 2 が形成されており、第 1 の光ファイバ 4 は、前記レーザダイオード 1 の一端 3 1 側から出射される光のうち前記設定波長の光をファイバグレーティング 1 2 によりレーザダイオード 1 に帰還させる。

【 0 0 1 2 】

なお、同図において、2 2 はヒートシンクであり、レーザダイオード 1 の他端 3 0 と第 2 の光ファイバ 1 3 の接続端面との間には、一般に、レンズ部等の適宜の光結合手段 3 2 が設けられる。

【 0 0 1 3 】

この半導体レーザモジュールにおいて、第 1 の光ファイバ 4 と第 2 の光ファイバ 1 3 は、いずれもレーザダイオード 1 と調心されている。そして、レーザダイオード 1 の一端 3 1 側から出射されたレーザ光を第 1 の光ファイバ 4 で受光して前記設定波長の光をレーザダイオード 1 に帰還しながら、レーザダイオード 1 の他端 3 0 側からの出射光を第 2 の光ファイバ 1 3 によって受光し、第 2 の光ファイバ 1 3 内を伝送し、所望の用途に供される。

【 0 0 1 4 】

なお、上記のように、レーザダイオード 1 の一端 3 1 側から出射されたレーザ光のうち設定波長の光をレーザダイオード 1 に帰還しながらレーザ光発振を行なう構成とすると、第 1 の光ファイバ 4 の先端とレーザダイオード 1 との間隔を小さくすることができるため、半導体レーザモジュールの R I N ( R e l a t i v e I n t e n s i t y N o i s e ) を小さくできる。

【 0 0 1 5 】

また、前記ベース 2 はサーモモジュール（図示せず）上に搭載され、半導体レーザモジュールの使用時には、レーザダイオード 1 の近傍に設けたサーミスタ（図示せず）によりレーザダイオード 1 の温度が測定され、この測定値に基づいてサーモモジュールを作動させてレーザダイオード 1 の温度を一定に保つように制御される。

【 0 0 1 6 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記のような半導体レーザモジュールにおいて、前記サーモモジ



ールの作動時にサーモモジュールが撓み、それに伴いベース 2 が撓む。

【0017】

このとき、上記従来の半導体レーザモジュールは、ベース 2 上にレーザダイオード 1 と第 1 の光ファイバ 4 を配置する際、第 1 の光ファイバ 4 とレーザダイオード 1 との結合部位をベース 2 上のどの位置に配置するかを特に考慮せずに半導体レーザモジュールを形成していたため、上記ベース 2 の撓みによる影響を受けてレーザダイオード 1 と第 1 の光ファイバ 4 との位置ずれが生じるといった問題が生じた。

【0018】

そして、第 1 の光ファイバ 4 によりレーザダイオード 1 からの出射光を受光して帰還させる構成の半導体レーザモジュールにおいては、上記のように第 1 の光ファイバ 4 のレーザダイオード 1 に対する位置ずれが生じると、レーザダイオード 1 と第 1 の光ファイバ 4 との光結合効率が大きく低下してしまうため、半導体レーザモジュールから出力される光出力が低下したり、波長を安定化できなくなってしまう、最悪の場合、レーザダイオード 1 のレーザ発振ができなくなることと考えられ、非常に問題であった。

【0019】

本発明は上記従来の課題を解決するために成されたものであり、その第 1 の目的は、レーザダイオードと該レーザダイオードからのレーザ光を受けて設定波長の光をレーザダイオードに帰還させる光ファイバとを、温度変化によらず高精度で光結合することができる信頼性の高い半導体レーザモジュールを提供することにある。また、本発明の第 2 の目的は、上記のような半導体レーザモジュールを用いることにより、ノイズが小さく、高出力で波長安定性の良好な励起光源を有する、波長多重伝送に好適のラマンアンプを提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって課題を解決するための手段としている。すなわち、第 1 の発明の半導体レーザモジュールは、ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第 1 の光ファ

イバとが搭載され、該第 1 の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第 1 の光ファイバは固定手段により前記ベースに固定されており、前記第 1 の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第 2 の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されている半導体レーザモジュールであって、前記レーザダイオードの一端側のレーザ光出射端面と前記第 1 の光ファイバのレーザ光受光端とを結ぶ線分を前記サーモモジュールのレーザ光軸方向中央部よりも端側に設けた構成をもって課題を解決する手段としている。

## 【 0 0 2 1 】

また、第 2 の発明の半導体レーザモジュールは、上記第 1 の発明の構成に加え、前記固定手段は第 1 の光ファイバの長手方向に 1 つ以上設けられており、ベースにおけるレーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段の配設部から第 2 の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態とした構成をもって課題を解決する手段としている。

## 【 0 0 2 2 】

さらに、第 3 の発明の半導体レーザモジュールは、上記第 1 又は第 2 の発明の構成に加え、前記第 2 の光ファイバと該第 2 の光ファイバに対向するレーザダイオード端面との間には 1 つ以上のレンズ部が設けられて、少なくともレーザダイオードに最も近い側に位置する第 1 のレンズ部はベース上に搭載されており、前記ベースにおける第 1 のレンズ部の配設部から第 1 の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態とした構成をもって課題を解決する手段としている。

## 【 0 0 2 3 】

さらに、第 4 の発明のラマンアンプは、上記第 1 乃至第 3 のいずれか一つの半導体レーザモジュールを励起光源として用いた構成をもって課題を解決する手段としている。

## 【 0 0 2 4 】

前記の如く、レーザダイオード等を搭載したベースをサーモモジュール上に搭載し、サーモモジュールの制御によりレーザダイオードの温度を一定に保つ構成の半導体レーザモジュールにおいては、前記サーモモジュールの作動時にサーモモジュールの撓みに伴ってベースが撓むが、本発明者は、このベースの撓みがサーモモジュールの中央部において最も顕著となることを様々な検討により見出した。

## 【 0 0 2 5 】

上記構成の本発明の半導体レーザモジュールは、レーザダイオードの一端側にレーザ光を受光してレーザダイオードに帰還する第 1 の光ファイバを対向配置し、レーザダイオードのレーザ光出射端面と第 1 の光ファイバのレーザ光受光端とを結ぶ線分を、ベースの下側に設けられるサーモモジュールのレーザ光軸方向中央部よりも端側に設けたために、半導体レーザモジュールの使用時に、上記線分がサーモモジュールの撓みの影響を受け難い。

## 【 0 0 2 6 】

そのため、本発明の半導体レーザモジュールは、上記第 1 の光ファイバとレーザダイオードとがサーモモジュールの撓みの影響を受けて位置ずれし難く、高出力で波長安定性の良好な、ノイズの小さい半導体レーザモジュールとなる。

## 【 0 0 2 7 】

また、本発明の半導体レーザモジュールにおいて、第 1 の光ファイバを固定する固定手段を第 1 の光ファイバの長手方向に 1 つ以上設け、ベースにおけるレーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段の配設部から第 2 の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態とした構成においては、上記第 1 の光ファイバの上記サーモモジュールの撓みの影響による位置ずれを抑制できるので、第 1 の光ファイバとレーザダイオードとの位置ずれをより一層抑制できる。

## 【 0 0 2 8 】

なお、第 1 の光ファイバを固定する固定手段を第 1 の光ファイバの長手方向に複数設けると、例えば第 1 の光ファイバをレーザダイオードに最も近い固定手段

により固定した後、この固定部を支点として槌の原理を利用して、第1の光ファイバのレーザダイオードから遠い側を調心移動の後に固定することができ、第1の光ファイバをレーザダイオードに対して適切に調心固定することができる。

#### 【0029】

したがって、上記優れた効果を奏する本発明の半導体レーザモジュールを励起光源として用いることにより、ノイズが小さく、高出力で波長安定性の良好な励起光源を有する、波長多重伝送に好適のラマンアンプとなる。

#### 【0030】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、本実施形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

#### 【0031】

図1の(a)には、本発明に係る半導体レーザモジュールの第1実施形態例が断面図により示されている。本実施形態例の半導体レーザモジュールはパッケージ27を有し、パッケージ27内にはサーモモジュール25が設けられている。サーモモジュール25はパッケージ27の底板26上に搭載されており、パッケージ27の底板26はCu-W合金のCuW20（重量比はCuが20%、Wが80%）等により形成されている。

#### 【0032】

サーモモジュール25上にはベース2が搭載されており、ベース2上にはレーザダイオード1と第1の光ファイバ4が設けられている。レーザダイオード1の両端30、31には、低反射コーティングが施されている。第1の光ファイバ4の先端側に形成されたファイバレンズ14は例えば先球形状を呈している。

#### 【0033】

なお、ファイバレンズ14の形状は特に限定されるものではなく適宜設定されるものであり、例えば、周知の楔型レンズのようなアナモルフィック（回転非対称）レンズとしてもよいし、楔型以外のアナモルフィックレンズとしてもよい。無論、後述のコリメートレンズ51や集光レンズ56と同様の光学系を用いてレ

ーザダイオード1と第1の光ファイバ4の光結合を行なうこともできる。

【0034】

本実施形態例の半導体レーザモジュールの最も特徴的なことは、レーザダイオード1の一端31側のレーザ光出射端面と第1の光ファイバ4のレーザ光受光端32（図1の（b）参照）とを結ぶ線分から成る軸線部33をサーモモジュール25のレーザ光軸方向中央（図1のC）部よりも端側に設けたことである。

【0035】

また、本実施形態例において、第1の光ファイバ4は光ファイバ支持手段としてのスリーブ3に支持された状態で、光ファイバ長手方向の複数点（ここでは2点）位置に設けられた固定手段6、7により、ベース2に固定されている。第1の光ファイバ4の後端側にはモニタフォトダイオード9が設けられており、モニタフォトダイオード9はモニタフォトダイオード固定部39に固定されている。

【0036】

前記レーザダイオード1の他端30側には、コリメートレンズ51、アイソレータ53、光透過板55、集光レンズ56、第2の光ファイバ13が互いに間隔を介して順に配置されている。本実施形態例では、このように、レーザダイオード1の他端30側と第2の光ファイバ13との間に2つのレンズ部（コリメートレンズ51、集光レンズ56）を設けており、コリメートレンズ51はレーザダイオード1に最も近い側に位置する第1のレンズ部として機能する。

【0037】

また、コリメートレンズ51はレンズホルダ52に保持されて前記ベース2上に搭載固定されている。アイソレータ53はアイソレータホルダ54に保持されてベース2上に搭載固定されている。光透過板55は、サファイヤガラス等により形成されており、パッケージ27の封止用の機能を有している。集光レンズ56はレーザダイオード1から出射される光を第2の光ファイバ13の先端側に集光するものであり、集光レンズ56はレンズホルダ57に固定されている。第2の光ファイバ13はホルダ58に保持されている。

【0038】

前記サーモモジュール25は、ベース側板材17と、底板側板材18と、これ

ら板材 17, 18 に挟着されるペルチェ素子 19 とを有しており、サーモモジュール 25 のベース側板材 17 と底板側板材 18 は共に  $Al_2O_3$  により形成されている。

## 【0039】

また、本実施形態例において、ベース 2 はレーザダイオード 1 の搭載領域 (LD ボンディング部) 21 を備えたレーザダイオード搭載部材 8 と、固定手段 6, 7 を搭載する固定手段搭載部材 5 と、レンズホルダ 52 およびアイソレータホルダ 54 を搭載するホルダ搭載部材 24 を有している。レーザダイオード搭載部材 8 は Cu-W 合金の CuW10 (重量比は Cu が 10%, W が 90%) により形成されており、固定手段搭載部材 5 とホルダ搭載部材 24 は Fe-Ni-Co 合金であるコバール (商標) やステンレス等により形成されている。

## 【0040】

なお、CuW10 は、熱伝導率が  $180 \sim 200$  ( $W/m \cdot K$ ) であり、コバールの熱伝導率である  $17 \sim 18$  ( $W/m \cdot K$ ) の約 10 倍の熱伝導率を有している。また、コバールやステンレスは成形性が良好である。

## 【0041】

本実施形態例は以上のように構成されており、レーザダイオード 1 の一端 31 側のレーザ光出射端面と第 1 の光ファイバ 4 のレーザ光受光端 32 とを結ぶ軸線部 33 を、ベース 2 の下側に設けたサーモモジュール 25 のレーザ光軸方向中央部よりも端側に設けたために、上記軸線部 33 がサーモモジュール 25 の撓みの影響を受け難くなり、第 1 の光ファイバ 4 とレーザダイオード 1 とが大きく位置ずれすることを抑制できる。

## 【0042】

そのため、本実施形態例の半導体レーザモジュールは、高出力で波長安定性の良好な、ノイズの小さい半導体レーザモジュールにすることができる。

## 【0043】

また、本実施形態例によれば、第 1 の光ファイバ 4 をその長手方向に間隔を介した複数の固定手段 6, 7 により固定しているために、第 1 の光ファイバ 4 をレーザダイオード 1 に近い固定手段 6 により固定した後、この固定部を支点として

挺の原理を利用して、第1の光ファイバ4のレーザダイオード1から遠い側を調心移動の後に固定することができる。

## 【0044】

そのため、本実施形態例によれば、図6に示したように、第1の光ファイバ4を長手方向の1点でベース2に固定するよりも、第1の光ファイバ4をレーザダイオード1に対して適切に調心固定することができる。

## 【0045】

本実施形態例の半導体レーザモジュールは、以上のように、ノイズが小さく、高出力で波長安定性の良好な、信頼性の高い半導体レーザモジュールにできるので、本実施形態例の半導体レーザモジュールを励起光源としてラマンアンプを構成すると、このラマンアンプは、波長多重伝送用として適した優れたラマンアンプとすることができる。

## 【0046】

図2には、本発明に係る半導体レーザモジュールの第2実施形態例が示されている。本第2実施形態例は上記第1実施形態例とほぼ同様に構成されており、その重複説明は省略する。

## 【0047】

本第2実施形態例が上記第1実施形態例と異なる特徴的なことは、ベース2におけるレーザダイオード1に最も近い側に位置する固定手段6の配設部から第2の光ファイバ13と反対側のベース端部68に至るベース2の下面66を、サーモモジュール25に非接触状態としたことである。

## 【0048】

本第2実施形態例は以上のように構成されており、本第2実施形態例も上記第1実施形態例と同様の効果を奏することができる。

## 【0049】

また、本第2実施形態例は、ベース2における固定手段6の配設部からベース端部68に至るベース2の下面66を、サーモモジュール25に非接触状態としたために、サーモモジュール25の撓みの影響を受けて第1の光ファイバ4がレーザダイオード1に対して軸ずれすることをより一層抑制でき、高出力でノイズ

が小さく波長安定性の良好な優れた半導体レーザモジュールとなる。

【 0 0 5 0 】

図 3 には、本発明に係る半導体レーザモジュールの第 3 実施形態例が示されている。本第 3 実施形態例は上記第 1、第 2 実施形態例とほぼ同様に構成されており、その重複説明は省略する。

【 0 0 5 1 】

本第 3 実施形態例が上記第 2 実施形態例と異なる特徴的なことは、ベース 2 におけるコリメートレンズ 5 1 の配設部から第 1 の光ファイバ 4 と反対側のベース端部 6 9 に至るベース 2 の下面 6 7 を、サーモモジュール 2 5 に非接触状態としたことである。

【 0 0 5 2 】

本第 3 実施形態例は以上のように構成されており、本第 3 実施形態例も上記第 1、第 2 実施形態例と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 5 3 】

また、本第 3 実施形態例は、ベース 2 におけるコリメートレンズ 5 1 の配設部から第 1 の光ファイバ 4 と反対側のベース端部 6 9 に至るベース 2 の下面 6 7 を、サーモモジュール 2 5 に非接触状態としたので、コリメートレンズ 5 1 やアイソレータ 5 3 がベース 2 の撓みを受けてレーザダイオード 1 に対して位置ずれすることを抑制できる。そのため、本第 3 実施形態例は、レーザダイオード 1 と第 2 の光ファイバ 1 3 との光結合効率低下も抑制できるので、より一層高出力でノイズの小さい半導体レーザモジュールとすることができる。

【 0 0 5 4 】

なお、本発明は上記実施形態例に限定されることはなく、様々な実施の態様を採り得る。例えば、上記各実施形態例では、サーモモジュール 2 5 はベース 2 の一端側（ベース端部 6 8）から他端側（ベース端部 6 9）に至る態様で設けたが、例えば図 4 に示すように、サーモモジュール 2 5 を LD ボンディング部 2 1 の下部側からベース端部 6 9 に至る態様で設けてもよい。

【 0 0 5 5 】

この構成により、ベース 2 における固定手段 6 の配設部からベース端部 6 8 に



至るベース 2 の下面 6 6 を、サーモモジュール 2 5 に非接触状態としても、上記第 2 実施形態例と同様の効果を奏することができる。

## 【 0 0 5 6 】

また、図 5 に示すように、サーモモジュール 2 5 を LD ボンディング部 2 1 の下部側にのみ設ける構成としてもよい。この構成により、ベース 2 における固定手段 6 の配設部からベース端部 6 8 に至るベース 2 の下面 6 6 と、ベース 2 におけるコリメートレンズ 5 1 の配設部からベース端部 6 9 に至るベース 2 の下面 6 7 を、サーモモジュール 2 5 に非接触状態としても、上記第 3 実施形態例と同様の効果を奏することができる。

## 【 0 0 5 7 】

さらに、上記各実施形態例では、第 2 の光ファイバ 1 3 とレーザダイオード 1 の他端 3 0 側との間に、コリメートレンズ 5 1、アイソレータ 5 3、集光レンズ 5 6 を設けたが、例えばコリメートレンズ 5 1 やアイソレータ 5 3 は省略することもできるし、集光レンズ 5 6 を設ける代わりに、第 2 の光ファイバ 1 3 の先端側にファイバレンズを形成してもよい。この場合も、第 2 の光ファイバ 1 3 のファイバレンズは、楔型等のアナモルフィックレンズとしてもよいし、先球形状のファイバレンズとしてもよい。

## 【 0 0 5 8 】

さらに、上記各実施形態例では、第 1 の光ファイバ 4 を固定する固定手段 6、7 は、第 1 の光ファイバ 4 の長手方向に間隔を介した 2 点位置に設けたが、固定手段は第 1 の光ファイバ 4 の長手方向に 1 つ以上の適宜の数だけ設ければよい。

## 【 0 0 5 9 】

さらに、上記例では、各実施形態例の半導体レーザモジュールをラマンアンプに適用する例を述べたが、本発明の半導体レーザモジュールは、ラマンアンプ用の励起光源としてのみならず、ラマンアンプ以外のアンプの励起光源や、信号光光源等、光通信用として様々に適用されるものである。

## 【 0 0 6 0 】

## 【発明の効果】

本発明の半導体レーザモジュールによれば、レーザダイオードの一端側のレー

ザ光出射端面と、レーザダイオードの一端側から出射するレーザ光を受光してレーザダイオードに帰還する第1の光ファイバのレーザ光受光端とを結ぶ線分を、ベースの下側に設けられるサーモモジュールのレーザ光軸方向中央部よりも端側に設けたために、上記線分がサーモモジュールの撓みの影響を受けて第1の光ファイバとレーザダイオードが位置ずれすることを抑制できる。

## 【0061】

そのため、本発明の半導体レーザモジュールによれば、高出力で波長安定性の良好な、ノイズの小さい半導体レーザモジュールとすることができる。

## 【0062】

また、第2の発明の半導体レーザモジュールによれば、第1の光ファイバの固定手段のうち、ベースにおけるレーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段の配設部から第2の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態としたものであるから、第1の光ファイバとレーザダイオードとの位置ずれをより一層抑制できる。

## 【0063】

さらに、第3の発明の半導体レーザモジュールによれば、レーザダイオードと第2の光ファイバの間に設けられた第1のレンズ部の配設部から第1の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態としたものであるから、第1のレンズ部が上記サーモモジュールの撓みの影響を受けてレーザダイオードに対して位置ずれすることを抑制でき、それにより、レーザダイオードと第2の光ファイバとの光結合効率低下を抑制できる。

## 【0064】

したがって、第3の発明の半導体レーザモジュールは、より一層、高出力で波長安定性の良好な、ノイズの小さい半導体レーザモジュールとすることができる。

## 【0065】

さらに、本発明のラマンアンプによれば、上記優れた効果を奏する本発明の半導体レーザモジュールを励起光源として用いることにより、高出力で波長安定性の良好な、ノイズの小さい励起光源を有する、波長多重伝送に好適のラマンアン

プとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る半導体レーザモジュールの第 1 実施形態例を示す要部構成図（a）と、この実施形態例におけるレーザダイオードと第 1 の光ファイバとの結合部位の拡大図（b）である。

【図 2】

本発明に係る半導体レーザモジュールの第 2 実施形態例を示す要部構成図である。

【図 3】

本発明に係る半導体レーザモジュールの第 3 実施形態例を示す要部構成図である。

【図 4】

本発明に係る半導体レーザモジュールの他の実施形態例を示す要部構成図である。

【図 5】

本発明に係る半導体レーザモジュールのさらに他の実施形態例を示す要部構成図である。

【図 6】

従来提案された半導体レーザモジュールの一例を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 レーザダイオード
- 2 ベース
- 3 スリーブ
- 4 第 1 の光ファイバ
- 6, 7 固定手段
- 1 2 ファイバグレーティング
- 1 3 第 2 の光ファイバ
- 1 4 ファイバレンズ

2 5 サーマモジュール

3 0 他端

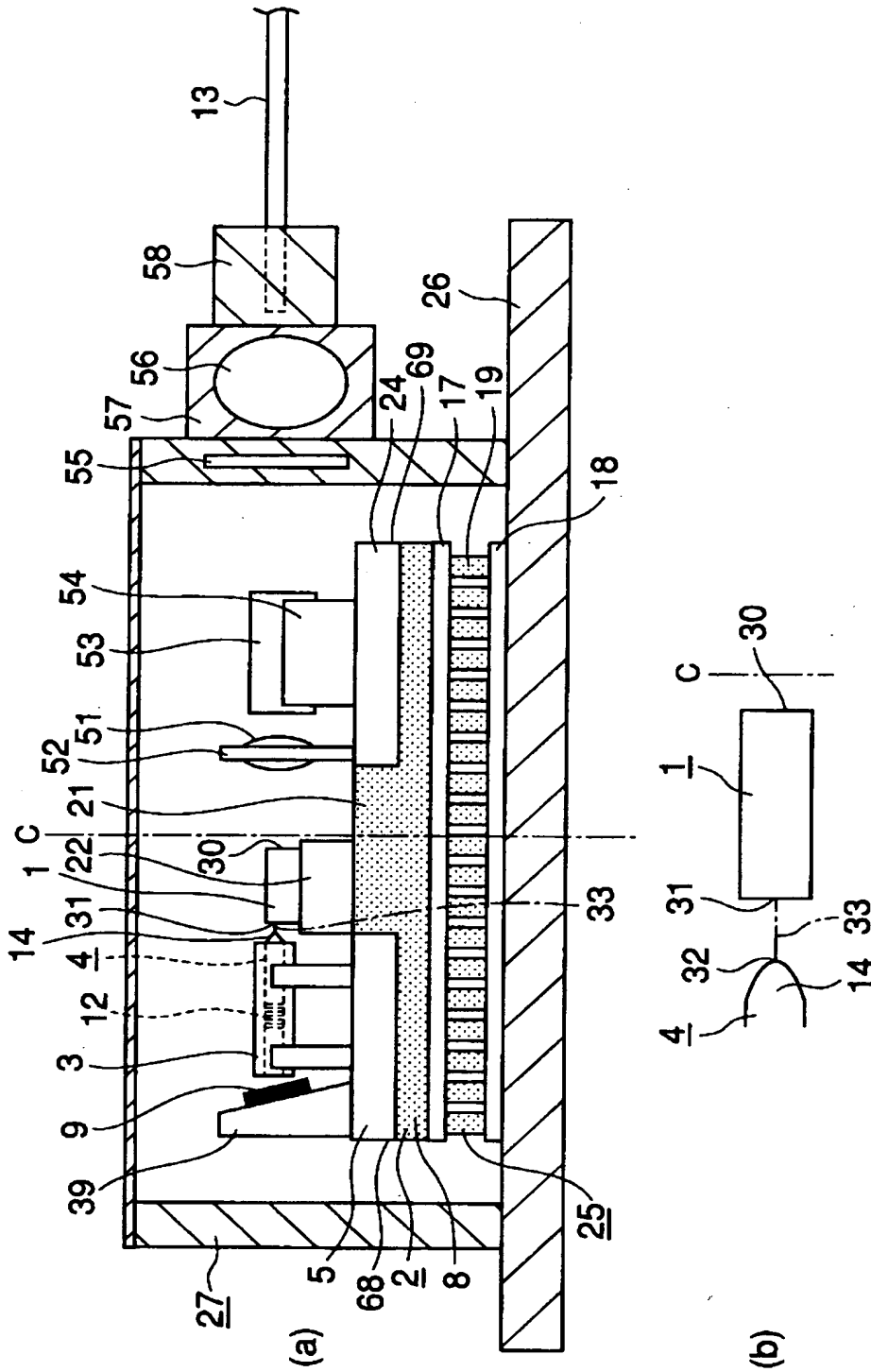
3 1 一端

3 3 軸線部

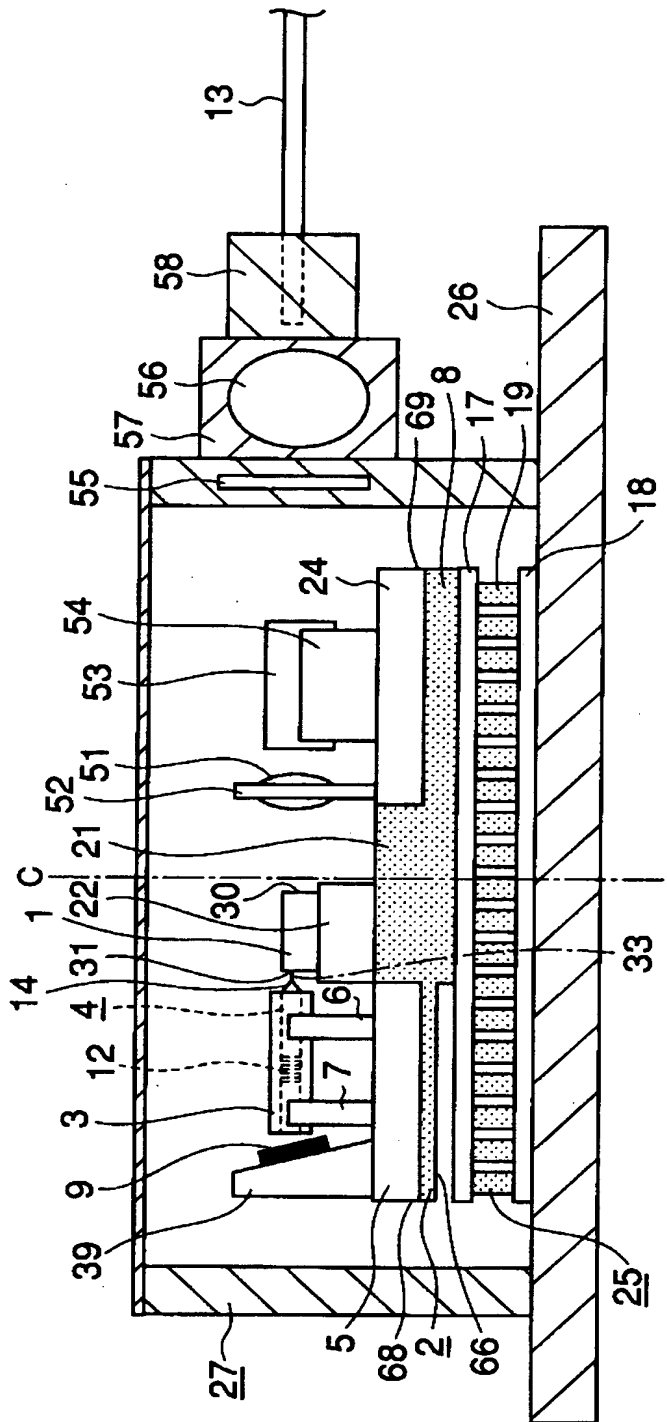
5 3 アイソレータ

【書類名】 図面

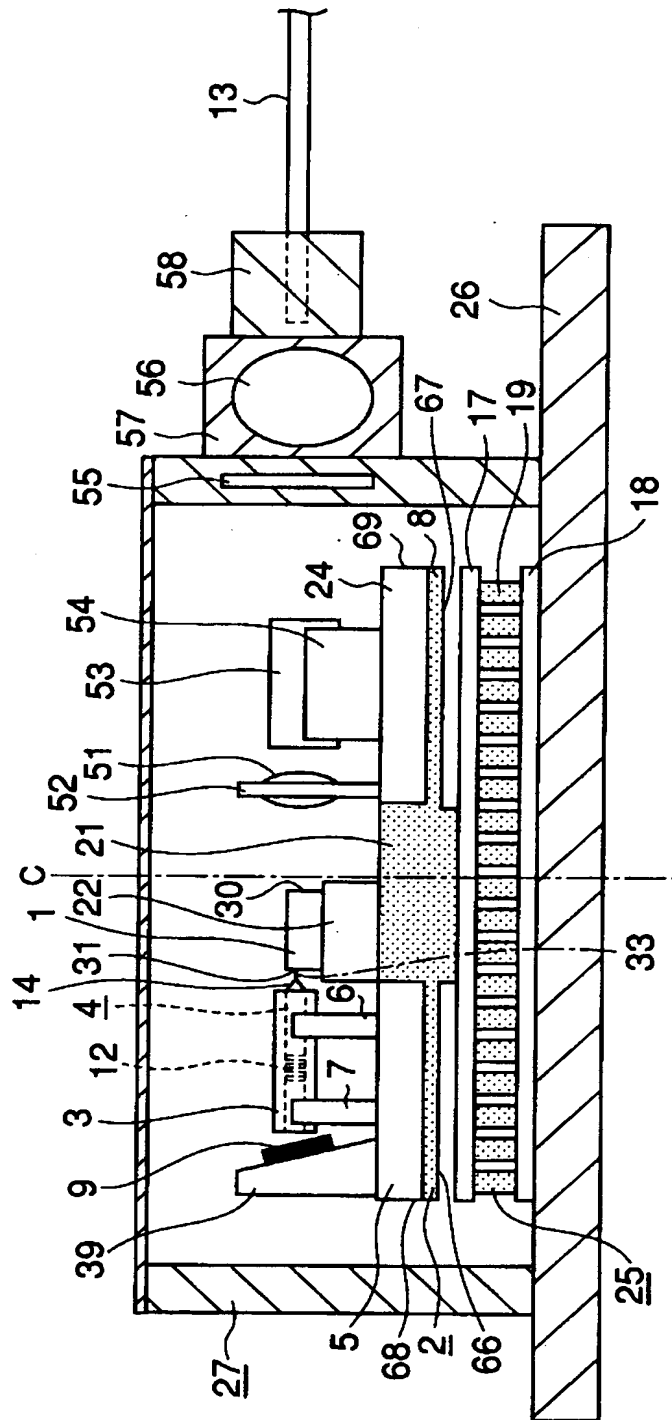
【図 1】



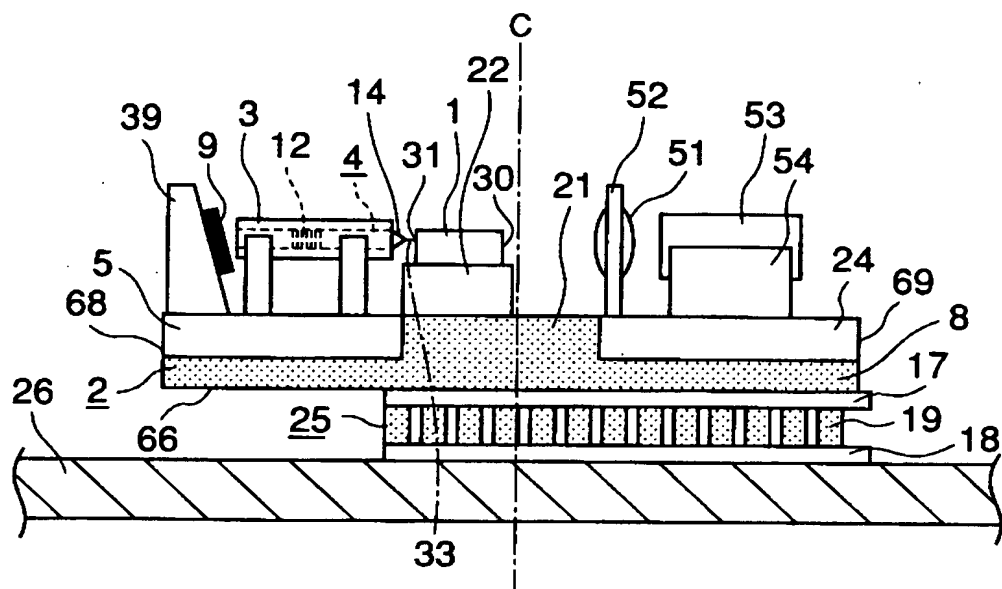
【図 2】



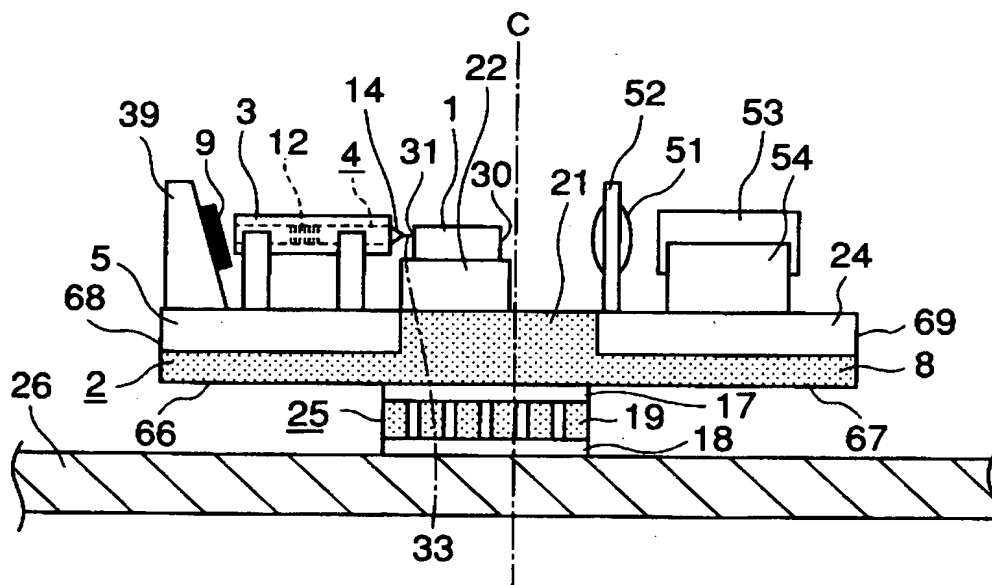
【図 3】



【圖 4】

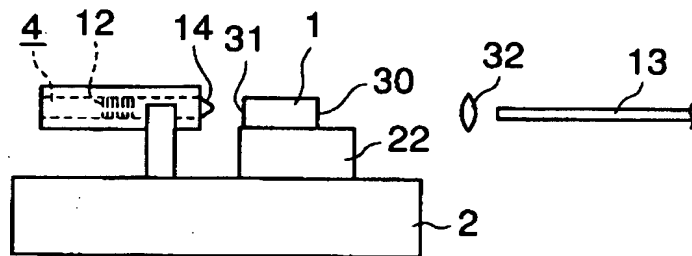


【図 5】





【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 使用環境温度変化によらず高出力でノイズが小さく波長安定性の良好な信頼性の高い半導体レーザーモジュールを提供する。

【解決手段】 パッケージ 2 7 の底板 2 6 上にサーモモジュール 2 5 を搭載し、その上にベース 2 を搭載し、その上にレーザーダイオード 1 と、レーザーダイオード 1 の一端 3 1 から出射するレーザー光をレーザーダイオード 1 に帰還する第 1 の光ファイバ 4 と、第 1 の光ファイバ 4 をその長手方向 2 点位置で支持する固定手段 6 , 7 を搭載する。レーザーダイオード 1 の他端 3 0 側にはレーザー光を受光して伝送する第 2 の光ファイバ 1 3 を設ける。レーザーダイオード 1 の一端 3 1 のレーザー光出射面 1 と光ファイバ 4 のレーザー光受光端 3 2 とを結ぶ軸線部 3 3 をサーモモジュール 2 5 のレーザー光軸方向中央（図 1 の C）部よりも端側に設ける。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号  
氏 名 古河電気工業株式会社